

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической работе,

профессор

Е.Г. Елина

2016 г.



Рабочая программа дисциплины

Квантовая и оптическая электроника

Направление подготовки бакалавриата

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль подготовки бакалавриата

«Приборы микро- и наноэлектроники,
методы измерения микро- и наносистем»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов, 2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Квантовая и оптическая электроника» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) и усвоение фундаментальных физических процессов, лежащих в основе квантовой и оптической электроники, принципов действия и возможностей практического использования приборов и устройств квантовой и оптической электроники.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний об основных направлениях развития современной квантовой и оптической электроники;
- формирование и углубление знаний о физических процессах и явлениях, определяющих функционирование различных приборов и устройств квантовой и оптической электроники;
- формирование умений и владений экспериментальными и компьютерными методами исследования в этой области;
- формирование навыков практического использования приборов и устройств квантовой и оптической электроники различного назначения.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Квантовая и оптическая электроника» относится к базовой части блока Б1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», в течение 8 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по физике, математике, химии, термодинамике и статистической физике, электродинамике сплошных сред, теоретическим основам радиоэлектроники, физике полупроводников, основам теории колебаний, физическим основам твердотельной электроники и подготавливает студентов к изучению в том же семестре таких дисциплин, как «Микроэлектроника и нанoeлектроника», «Микросхемотехника», а также ряда дисциплин при продолжении обучения в магистратуре.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины «Квантовая и оптическая электроника» формируются следующие компетенции: ОПК-2, ОПК-5, ОПК-7.

| | |
|-------|---|
| ОПК-2 | Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |
| ОПК-5 | Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных |

| | |
|-------|--|
| ОПК-7 | Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности. Данная компетенция формируется в части способности учитывать современные тенденции развития оптоэлектроники |
|-------|--|

В результате освоения дисциплины студент должен

а) знать:

- современное состояние и перспективы развития квантовой и оптической электроники, ее связь со смежными областями;
- элементную базу квантовой и оптической электроники, основные виды используемых материалов, приборов и устройств;
- физические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципа действия приборов и устройств квантовой и оптической электроники, экспериментальные и компьютерные методы исследования в этой области;
- основные принципы построения систем обработки и передачи оптической информации;
- примеры использования приборов и устройств квантовой и оптической электроники;

б) уметь анализировать и прогнозировать работоспособность приборов и устройств квантовой и оптической электроники.

в) владеть методами организации и проведения измерений и исследований приборов и устройств квантовой и оптической электроники.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

| № п/п | Раздел дисциплины | Семестр | Недели семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|--------------------------------------|---------|-----------------|--|-----|----|-----|---|
| | | | | Лек | Лаб | Пр | СРС | |
| 1. | Введение | 8 | 1 | 1 | | | | |
| 2. | Взаимодействие света с твердым телом | 8 | 1-2 | 3 | | | 2 | Проверка выполнения заданий самостоятельной работы |
| 3. | Генерация оптического излучения | 8 | 3-4 | 4 | | | 6 | Проверка выполнения |

| | | | | | | | | |
|----|--|---|-------|----|----|--|----|--|
| | | | | | | | | заданий самостоятельной работы |
| 4. | Условия инверсной населенности в полупроводниках | 8 | 5-6 | 4 | | | 4 | Проверка выполнения заданий самостоятельной работы |
| 5. | Методы создания инверсной населенности в полупроводниках | 8 | 7-9 | 6 | | | 6 | Проверка выполнения заданий самостоятельной работы |
| 6. | Физические принципы и основные элементы для модуляции и отклонения излучения | 8 | 10-11 | 4 | | | 6 | Проверка выполнения заданий самостоятельной работы |
| 7. | Физические принципы и основные элементы для регистрации излучения. Приемники оптического излучения | 8 | 12-13 | 4 | | | 8 | Отчет по выполненным лабораторным работам |
| | | | 1-3 | | 10 | | | |
| 8. | Физические принципы и основные элементы для трансформации излучения, передачи и обработки информации | 8 | 14 | 2 | | | 8 | Отчет по выполненным лабораторным работам |
| | | | 3-5 | | 10 | | | |
| 9. | Основные тенденции и перспективы развития квантовой и оптической электроники | 8 | 15 | 2 | | | 8 | Отчет по выполненным лабораторным работам |
| | | | 6-8 | | 10 | | | |
| | Итого: | 8 | 15 | 30 | 30 | | 48 | Экзамен (36 ч.) |

Содержание учебной дисциплины

1. Введение.

Предмет квантовой и оптической электроники, история становления, связи с другими областями знаний.

Характерные свойства оптоэлектронных систем. Преимущества фотонной связи. Способы описания и характеристики электромагнитного излучения оптического диапазона.

2. Взаимодействие света с твердым телом.

Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами. Энергетические состояния квантовых систем, оптические переходы, структура спектров; ширина, форма и уширение спектральных линий.

Оптические явления в средах с различными агрегатными состояниями. Поглощение света в полупроводниках, основные механизмы поглощения.

Собственное поглощение. Влияние внешних воздействий (давление, температура, электрическое и магнитное поля, примеси) на собственное поглощение света в полупроводниках.

Экситонное поглощение. Внутризонное (неселективное и селективное) поглощение. Примесное поглощение.

3. Генерация оптического излучения.

Генерация света в твердых телах. Спонтанное излучение. Фото-, катодо- и электролюминесценция. Стимулированное излучение. Системы с инверсной населенностью. Усиление оптического излучения. Активные среды и методы создания инверсной населенности. Насыщение усиления в активных средах. Нелинейно-оптические эффекты. Основные типы некогерентных и когерентных источников излучения. Полупроводниковые и органические светодиоды. Газовые, твердотельные и полупроводниковые лазеры.

4. Условия инверсной населенности в полупроводниках.

Условия инверсной населенности при прямых и непрямых переходах “зона-зона” в полупроводниках. Условия инверсной населенности с участием экситонных и примесных состояний.

О возможности получения лазерного излучения в полупроводниках при непрямых переходах с участием свободных носителей заряда.

5. Методы создания инверсной населенности в полупроводниках.

Метод возбуждения полупроводников импульсами электрического поля. Стримерные лазеры. Метод оптического возбуждения. Метод накачки электронным пучком. Квантоскопы. Метод инжекции через р-п- переход вырожденных полупроводников. Пороговые напряжение и ток, соответствующие началу генерации. Р-п-лазеры. Метод инжекции с помощью гетеропереходов. Гетеролазеры, типы.

Проблемы уменьшения порогового тока. Микрорезонаторные лазеры. Полупроводниковые лазеры на квантовых ямах и точках. Поверхностно-излучающие лазеры. Квантово-каскадные лазеры. Основные области применения полупроводниковых лазеров.

6. Физические принципы и основные элементы для модуляции и отклонения оптического излучения.

Модуляторы и дефлекторы оптического излучения. Модуляция амплитуды, фазы, частоты или поляризации светового луча. Управление направлением излучения или положением светового луча в пространстве. Использование электро-, акусто- и магнитооптических эффектов в полупроводниках для модуляции и отклонения оптического излучения. Управление светом с помощью света. Полупроводниковые модуляторы и дефлекторы света.

7. Физические принципы и основные элементы для регистрации оптического излучения. Приемники оптического излучения.

Основные физические эффекты, используемые в фотоприемниках. Полупроводниковые фотоприемники.

Фотоприемники для оптронов и волоконно-оптических линий связи.

8. Физические принципы и основные элементы для трансформации излучения, передачи и обработки информации.

8.1. Оптроника. Элементная база, типы и устройство оптронов. Оптроны (оптопары) и оптронные интегральные схемы. Проблемы и перспективы.

Волоконно-оптические линии связи.

8.2. Оптоэлектронные устройства отображения информации и преобразования изображений.

Электро- и катодолюминесцентные, светодиодные, жидкокристаллические индикаторы и дисплеи. Органические индикаторы и дисплеи. Усилители света и преобразователи изображения.

Твердотельные аналоги видеоконвекторов. Формирователи изображений на основе приборов с зарядовой связью.

8.3. Среда для оптической записи информации. Физические принципы оптической записи информации и материалы (среды). Оптические ЗУ.

Голографический метод записи и считывания информации. Голографические ЗУ.

Управляемые (реверсивные) оптические среды. Основные проблемы и тенденции развития.

8.4. Интегральная оптика. Элементы и устройства интегральной оптики (волноводной оптоэлектроники). Пассивные интегрально-оптические устройства ввода-вывода излучения. Активные интегрально-оптические элементы и устройства. Микро-опто-электромеханические системы (МОЭМС) в интегральной оптике и их применение для целей связи и сенсорики.

9. Основные тенденции и перспективы развития квантовой и оптической электроники. Проблемы создания оптических компьютеров. Элементная база, материалы. Эффект оптической бистабильности в полупроводниках.

Фотонные кристаллы, перспективы их использования в квантовой и оптической оптоэлектронике. Оптико-микроволновая электроника и другие направления.

Нанопотоника.

Перечень лабораторных работ

1. Исследование характеристик фотоэлемента с продольным фотоэффектом.
2. Исследование работы фоторезистора при СВЧ смещении.
3. Исследование спектральных характеристик фотоответа фотодиодов на основе р-п-перехода и барьера Шоттки.
4. Исследование работы оптронов.
5. Исследование электрооптических эффектов в жидких кристаллах.
6. Исследование работы фотоприемника на основе фотоэлектромагнитного эффекта.

Описания перечисленных лабораторных работ имеются на кафедре физики твердого тела, а также содержатся в электронном пособии:

Названов В.Ф. Лабораторные работы по квантовой и оптической электронике (учебное пособие для студентов) [Электронный ресурс]: 2007.// <http://solid.sgu.ru/Education/Optoelectronics-lab.pdf>

5. Образовательные технологии

В преподавании дисциплины «Квантовая и оптическая электроника» используются следующие образовательные технологии:

- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

В процессе обучения предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: адресация аудитории вопросов и коллективный поиск ответов на них в форме дискуссий, встречи с известными специалистами и экспертами.

При проведении лабораторных занятий выполняются натурные эксперименты в лабораторном практикуме.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.
- использование индивидуальных графиков обучения
- использование дистанционных образовательных технологий

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода освоения и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, лабораторным работам, выполнении заданий лектора, написании реферата.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, излагаемые в каждой очередной лекции, по трудным (непонятным) деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;

- при подготовке к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним тщательно изучать описание работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, иметь дежурную тетрадь по лабораторному практикуму, для выполнения заданий и оформления отчетов;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, должны выполняться в обязательном порядке, а качество их выполнения проверяться во время экзамена.

Перечень заданий (тем) самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе чтения лекций:

1. Влияние внешних воздействий (давление, температура, примеси, электрическое и магнитное поля) на собственное поглощение света.
2. Системы с инверсной населенностью. Газовые, твердотельные и полупроводниковые лазеры.
3. Условия инверсной населенности в полупроводниках. Случай с участием экситонных и примесных состояний.
4. Полупроводниковые лазеры на квантово-размерных структурах.
5. Управление направлением излучения или положением светового луча в пространстве. Полупроводниковые модуляторы и дефлекторы излучения.
6. Полупроводниковые фотоприемники. Фотоприемники для ВОЛС.
7. Интегральная оптика. Элементы и устройства волноводной оптоэлектроники. Пассивные и активные интегрально-оптические элементы и устройства. Микроопто-электро-механические системы (МОЭМС) в интегральной оптике.
8. Фотонные кристаллы, перспективы их использования в квантовой и оптической электронике.
Оптико-микроволновая электроника и другие направления.

При реализации программы дисциплины «Квантовая и оптическая электроника» студентам предлагается ряд тем для написания рефератов, соответствующих содержанию курса.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

1. Полупроводниковые лазеры на квантово-размерных структурах.
2. Экситоны в квантово-размерных структурах.
3. Фотодетекторы на квантово-размерных структурах.
4. Униполярные квантово-каскадные полупроводниковые лазеры.
5. Фотонные кристаллы.

Рефераты выполняются под руководством преподавателя и должны содержать элементы литературного обзора по теме, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы. Рефераты следует выполнять в течение всего семестра с периодическим обсуждением результатов с преподавателем.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена (8-й семестр).

**Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации
по итогам освоения дисциплины**

1. Поглощение света в полупроводниках, основные механизмы поглощения. Коэффициент поглощения света.
2. Фундаментальное поглощение света в полупроводниках. Прямые и не прямые переходы. Зависимость коэффициента поглощения от энергии фотона.
3. Влияние температуры на фундаментальное поглощение света в полупроводниках. Применение эффекта.
4. Влияние электрического поля на край фундаментального поглощения света в полупроводниках. Эффект Келдыша-Франца, применение.
5. Фундаментальное поглощение света в сильно легированных полупроводниках. Эффект Бурштейна-Мосса, применение.
6. Фундаментальное поглощение света в полупроводниках в магнитном поле. Эффект магнитоосцилляционного поглощения, использование.
7. Экситонное поглощение света в полупроводниках.
8. Внутризонное поглощение света в полупроводниках. Неселективное и селективное поглощение, применение.
9. Основные виды генерации света в полупроводниках.
10. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Время жизни излучательной рекомбинации.
11. Основные требования к полупроводниковым материалам, пригодным для изготовления источников излучения.
12. Спонтанное излучение в полупроводниках. Светодиоды.
13. Вынужденное излучение в полупроводниках. Связь между спонтанным и вынужденным излучением.
14. Системы с инверсной населенностью. Условие для начала усиления (генерации) излучения в системе с инверсной населенностью.
15. Лазеры. Пороговый коэффициент усиления (для начала генерации) излучения. Основные модели лазерных переходов. Типы лазеров.
16. Условия достижения инверсной населенности в полупроводниках. Случаи прямых и не прямых переходов зона-зона.
17. Условия достижения инверсной населенности в случаях участия экситонных и примесных уровней в полупроводниках.
18. Методы достижения инверсной населенности в полупроводниках (методы накачки).
19. Метод оптического возбуждения полупроводниковых лазеров, особенности, преимущества, недостатки.
20. Метод накачки электронным пучком, особенности, преимущества, недостатки, использование.

21. Метод накачки с помощью инъекции р-п-переходом вырожденных полупроводников. Преимущества, недостатки. Пороговое напряжение, соответствующее началу генерации.
22. Метод накачки с помощью инъекции гетеро-р-п-переходом. Основные особенности, преимущества.
23. Гетеролазеры. Проблема уменьшения порогового тока. Микрорезонаторные лазеры. Полупроводниковые лазеры на квантовых ямах и квантовых точках.
24. Основные методы модуляции излучения. Полупроводниковые модуляторы и дефлекторы излучения.
25. Полупроводниковые фотоприемники. Фотоприемники для волоконно-оптических линий связи.
26. Устройства отображения информации. Индикаторы и дисплеи.
27. Принципы оптической записи информации, материалы и оптические среды.
28. Элементы и устройства интегральной оптики. Пассивные и активные элементы и устройства.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------|--------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|
| Семестр | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого |
| 8 | 20 | 20 | 0 | 20 | 0 | 10 | 30 | 100 |

8 семестр

Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции

Посещаемость:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 60% – 1-3 балла;
- от 61% до 70% – 4-5 балла;
- от 71% до 80% – 6-7 баллов;
- от 81% до 90% – 8-9 баллов;
- не менее 91% занятий – 10 баллов.

Активность – от 0 до 10 баллов

Лабораторные занятия

Техническая грамотность при выполнении лабораторных работ– от 0 до 5 баллов

Оформление отчётов в соответствии с установленными требованиями– от 0 до 5 баллов

Степень раскрытия материала при отчёте по лабораторным работам– от 0 до 10 баллов

Практические занятия:

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Правильное выполнение не менее 91% заданий на самостоятельную работу – 20 баллов

Выполнение от 61% до 90% заданий – 10-19 баллов

Выполнение от 31% до 60% заданий – 5-9 баллов

Выполнение менее 30% заданий – 0-4 балла

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Реферат - от 0 до 10 баллов

Промежуточная аттестация (экзамен)

Ранжирование ответов студентов при проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» – **21-30 баллов**

ответ на «хорошо» – **11-20 баллов**

ответ на «удовлетворительно» – **6-10 баллов**

неудовлетворительный ответ. – **0-5 баллов**

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Квантовая и оптическая электроника» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Квантовая и оптическая электроника» в оценку, выставляемую в экзаменационную ведомость и зачётную книжку, осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку.

| | |
|------------------|-----------------------|
| 86 - 100 баллов | «отлично» |
| 70 - 85 баллов | «хорошо» |
| 50 - 69 баллов | «удовлетворительно» |
| меньше 50 баллов | «неудовлетворительно» |


8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Оптика и фотоника. Принципы и применения: учеб. пособие : в 2 т. / Б. Е. А. Салех, М. К. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : Изд. дом "Интеллект", 2012. (в НБ СГУ 10 экз.)
2. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. – 538 с. **Гриф УМО** (в НБ СГУ 12 экз.)
3. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [**Электронный ресурс**]: учеб. пособие. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. – 538 с. **Гриф УМО.** - ЭБС "ЛАНЬ". – Режим доступа:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=684
4. Щука А. А. Электроника В 4 ч. Часть 3 Квантовая и оптическая электроника [**Электронный ресурс**]: 2-е изд., испр. и доп. Учебник для академического бакалавриата/ под ред. Сигова А.С.-М.: Юрайт, 2016 . – 117 с. ЭБС «ЮРАЙТ»
5. Основы оптоэлектроники : учебное пособие / А. И. Астайкин, М. К. Смирнов. - Москва : Высшая школа, 2007. – 275 с. **Гриф УМО** (в НБ СГУ 10 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Фотонные кристаллы в примерах и задачах / В. Ф. Названов. - Саратов : Новый ветер, 2015. – 143 с. (в НБ СГУ 5 экз.)
2. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника. 2-е изд. – М.: Техносфера, 2006. – 588 с. (в НБ СГУ 14 экз.)
3. Складов О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи: учеб. пособие. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 260 с. (в НБ СГУ 11 экз.)
4. Щука А. А. Электроника: учеб. пособие. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2008. – 739 с. (в НБ СГУ 7 экз.)
5. Физические основы интегральной оптики: учеб. пособие для студентов вузов / М. Ф. Панов, А. В. Соломонов, Ю. В. Филатов. - Москва : Изд. центр "Академия", 2010. – 426 с. **Гриф УМО** (в НБ СГУ 4 экз.)
6. Игнатов А. Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: учеб. пособие. – М.: Эко-Трендз, 2006. – 269 с. **Гриф УМО** (в НБ СГУ 3 экз.)
7. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда; пер. с англ. – М.: Техносфера, 2007. – 367 с. (в НБ СГУ 2 экз), 2009 (2 экз.)
8. Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы / А.М. Филачев, И.И. Таубкин, М.А. Трищенко. – М.: Физматкнига, 2007. – 384 с. (в НБ СГУ 3 экз.).
9. Шуберт Ф.Е. Светодиоды / Пер. с англ. – М.: Физматлит, 2008. – 496 с. (в НБ СГУ 3 экз.).
10. Названов В.Ф. Основы оптоэлектроники. – Изд. СГУ, 1980. – 231 с. (в НБ СГУ 33 экз.).
11. Основы оптоэлектроники / Я. Суэмацу, С. Катаока, К. Кисино. - Москва : Мир, 1988. - 285 с. (в НБ СГУ 4 экз.).

12. Оптоэлектронные элементы и устройства систем специального назначения [Электронный ресурс] / В. Н. Легкий, Б. В. Галун, О. В. Санков. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2011. - 455 с. - ЭБС "IPRBOOKS" 

в) рекомендуемая литература:

1. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника: учеб. пособие. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. - 320 с. (в НБ СГУ 1 экз.) (A988304-ОХФ)
2. Nazvanov V. Laboratory Studies in Quantum and Optical Electronics. Student Manual. - Geneva : Lulu.com , 2009. - 118 p. (A199142-ОХФ)
3. Nazvanov V. Special Laboratory Practical Studies: Computer Simulation in Quantum and Optical Electronics. Student Manual. - Geneva : Lulu.com , 2009. - 161 p. (A199143-ОХФ)
4. Оптико-электронные узлы электронно-вычислительных средств, измерительных приборов и устройств автоматики: учеб. пособие / Н. П. Захаров, С. П. Тимошенко, Ю. А. Крупнов. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 335 с. (A987152-ОХФ-ЧЗ-4)
5. Физические основы электроники: активные электронные компоненты и компоненты оптоэлектроники: учеб. пособие / А. В. Михайлов, М. Г. Родионов, А. А. Горшенков ; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Омский государственный технический университет". - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. - 103 с. (A987387-ОХФ)
6. Волоконная оптика. Теория и практика / Д. Бейли, Э. Райт; пер. с англ. - М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2006. - 320 с. (в НБ СГУ 2 экз.)
7. Рогальский А. Инфракрасные детекторы: Пер. с англ./ Под ред. проф. А.В. Войцеховского. - Новосибирск: Наука. 2003 с. (в НБ СГУ 1 экз.).
8. Пихтин А.Н. Физические основы квантовой электроники и оптоэлектроники: Учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Высшая школа, 1983. - 573 с. (в НБ СГУ 1 экз.).
9. Оптоэлектроника / О. Н. Ермаков [и др.]. - Москва : Янус-К, 2010 - . - (Электроника в техническом университете. Прикладная электроника / под общ. ред. И. Б. Фёдорова).
Ч. 1 : Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника. - Москва : Янус-К, 2010. - 699 с. (в НБ СГУ 1 экз.).
10. Оптоэлектроника / О. Н. Ермаков [и др.]. - Москва : Янус-К, 2010 - . - (Электроника в техническом университете. Прикладная электроника / под общ. ред. И. Б. Фёдорова).
Ч. 2 : Оптроника. - Москва : Янус-К, 2011. - 611 с. (в НБ СГУ 1 экз.).
11. Фотонные и фононные кристаллы: формирование и применение в опто- и акустоэлектронике / А. В. Голенищев-Кутузов, В. А. Голенищев-Кутузов, Р. И. Калимуллин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 157 с. (в НБ СГУ 1 экз.).

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. MathCad 14.0
5. Названов В.Ф. Лабораторные работы по квантовой и оптической электронике (учебное пособие для студентов) [Электронный ресурс]: 2007.- Режим доступа: <http://solid.sgu.ru/Education/Optoelectronics-lab.pdf> (дата обращения: 28.08.2016).
6. An Illustrated Dictionary of Optoelectronics and Photonics: Important Terms and Effects./Safa Kasap, Harry Rida, Yann Boucher//OptoelectronicsDictionary. Concise Second Student Edition Version 1.3.1 (February 2002) [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://optdesign.narod.ru/book/OptoelectronicsDictionary.pdf>: (дата обращения: 28.08.2016).
7. Каталог образовательных Интернет-ресурсов (<http://window.edu.ru>)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

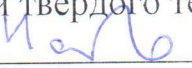
Занятия по дисциплине «Квантовая и оптическая электроника» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами и пр. (презентации, плакаты).


Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» и профилем подготовки «Приборы микро- и нанoeлектроники, методы измерения микро- и наносистем».

Программа разработана в 2011 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 18 марта 2011 г., протокол № 12).

Программа актуализирована в 2015 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 30 августа 2016 г., протокол № 1).

Автор профессор  В.Ф. Названов

Зав. кафедрой физики твердого тела
профессор  Д.А. Усанов

Декан факультета nano- и биомедицинских технологий
профессор  С.Б. Вениг